

PROGRAMA DE CURSO

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Departamento de Ingeniería Matemática					
Nombre del curso	Optimización	Código	MA3701	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	Optimization					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	5,5
Carácter del curso	CFB					
Requisitos	MA2002 cálculo Avanzado y Aplicaciones					

B. Propósito del curso:

El propósito de este curso es que el/la estudiante resuelva problemáticas que aparecen en el modelamiento de problemas de ingeniería con herramientas de optimización lineal y no-lineal tanto continua como entera, con o sin restricciones, usando los algoritmos y paquetes computacionales más adecuados.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE):

CE1: Interpretar y utilizar el lenguaje formal matemático, para analizar y verificar la veracidad de afirmaciones matemáticas.

CE2: Calcular y manipular objetos matemáticos y herramientas conceptuales de diversas áreas de las matemáticas, tales como análisis, simulación numérica, ecuaciones diferenciales, matemáticas discretas, optimización, probabilidades y estadísticas, entre otras, para la resolución de problemas.

CE3: Modelar matemáticamente problemas de diferentes áreas en situaciones simples, es decir, traducir la realidad a una estructura matemática de forma tal que se facilite su análisis.

El curso tributa a las siguientes competencias genéricas (CG):

CG1: Comunicación académica y profesional. Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG3: Compromiso ético. Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

C. Resultados de aprendizaje

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1	RA1: Resuelve problemas que aparecen en el modelamiento de problemas de ingeniería utilizando herramientas de optimización lineal y no-lineal tanto continua como entera, con o sin restricciones.
CE1-CE2	RA2: Utiliza algoritmos y/o paquetes computacionales pertinentes al contexto del problema útiles en la resolución de problemas de optimización.
CE2, CE3	RA3: Modela un problema proveniente de la ingeniería de forma de poder trabajarlo con las herramientas aprendidas en el curso.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA4: Justifica por escrito, tanto en controles, exámenes o tareas asociadas al curso, los resultados obtenidos en la solución de problemas de optimización, con especial cuidado en la claridad y precisión en el uso de los términos matemáticos.
CG3	RA5: Realiza las actividades programadas del curso cumpliendo con sus requerimientos, plazos y de manera honesta, en particular, sin plagiar trabajos en tareas o informes, ni copiar en evaluaciones.

D. Unidades temáticas:

Resumen de unidades temáticas

Unidad	Nombre de la unidad	Duración
1	Principales clases de problemas en programación matemática.	1.0
2	Programación Lineal	6.0
3	Introducción a los problemas lineales de gran tamaño	1.0

4	Optimización sin restricciones	3.0
5	Optimización con restricciones	3.0
6	Programación dinámica	1.0
TOTAL		15

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA3	Principales clases de problemas en programación	1 semana
Contenidos		Indicador de logro	
1.1 Resolución de problemas simples de programación lineal, programación entera y programación no-lineal con o sin restricciones. 1.2 Ejemplos de problemas reales.		El/la estudiante: 1. Identifica el tipo de un problema de optimización: lineales, enteros, no lineales, estructuras de grafos.	
Bibliografía de la unidad		[4], [9]	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA1, RA2, RA3	Programación Lineal	6 semana
Contenidos		Indicador de logro	
2.1 El método Simplex: desarrollo analítico e interpretación gráfica. 2.2 Problema dual: planteamiento y propiedades con respecto al primal. Interpretación Económica. 2.3 Nociones de análisis post-optimal (variación del lado derecho, variación de los costos, agregar columna, agregar fila). 2.4 Aplicaciones a la producción y el transporte. 2.5 Noción de grafo y problemas lineales representables en grafos (enunciar problema flujo de costo mínimo y los casos particulares: transporte,		El/la estudiante: 1. Conoce el algoritmo Simplex. 2. Aplica el algoritmo Simplex a diferentes tipos de problemas, incluyendo problemas de flujos en redes y de programación entera. 3. Conoce la noción de dualidad. 4. Interpreta la noción de dualidad. 5. Conoce el concepto de estabilidad. 6. Aplica el análisis de sensibilidad en casos simples.	

<p>asignación, camino más corto, flujo máximo).</p> <p>2.6 Algoritmos de flujos en redes: transporte, flujo máximo, camino más corto.</p> <p>2.7 Motivos de no-linealidad en grafos.</p> <p>2.8 Programación lineal entera: método de ramificación y acotamiento (visto en ejemplo ilustrativo)</p>	
Bibliografía de la unidad	[2], [3],[5], [7], [8]

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA1	Introducción a los problemas lineales de gran tamaño	1 semana
Contenidos		Indicador de logro	
<p>3.1 Introducción.</p> <p>3.2 Descomposición de Dantzig-Wolfe y nociones similares.</p> <p>3.3 Ejemplos</p>		<p>El/la estudiante:</p> <p>1 Identifica problemas de optimización lineal a los que se puede aplicar métodos de descomposición.</p>	
Bibliografía de la unidad		[2], [3]	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA1, RA3	Optimización sin restricciones	4 semana
Contenidos		Indicador de logro	
<p>4.1 Condiciones de Optimalidad de 1er. y 2do. orden.</p> <p>4.2 Nociones de búsqueda unidimensional: Golstein-Armijo, dicotomía, Fibonacci y otras.</p> <p>4.3 Método del gradiente y su tasa de convergencia (lineal)</p> <p>4.4 Familia de algoritmos de tipo gradiente conjugado. Algoritmo de Fletcher y Reeves y otros.</p> <p>4.5 Algoritmo de Newton, cuasi-Newton (DFP y BFGS) y tasas de convergencia (convergencia cuadrática en caso particular de Newton)</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Conoce la noción fundamental de algoritmos de descenso, basado en la búsqueda sobre una dirección dada. 2. Aplica las condiciones de optimalidad de primer y segundo orden en el caso diferenciable. 3. Distingue los tipos de convergencia: lineal, superlineal, cuadrática. 4. Identifica los tipos de convergencia de los métodos usuales. 	
Bibliografía de la unidad		[1], [5]	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA1, RA3	Optimización con restricciones	3 semana
Contenidos		Indicador de logro	
5.1 Nociones de convexidad y separación de convexos. Teorema de Farkas. 5.2 Condiciones de Optimalidad de 1er orden. Definiciones: dirección admisible, dirección de descenso. Teorema de Karush-Kuhn-Tucker. 5.3 Nociones de sensibilidad e interpretación económica. 5.4 Método de direcciones admisibles (caso restricciones lineales). 5.5 Método de penalidad, barrera. 5.6 Introducción del concepto de sub-gradiente y optimización no-diferenciable.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> 1. Conoce las condiciones necesarias y suficientes de optimalidad con restricciones. 2. Aplica los conceptos de dirección admisible y dirección de descenso. 3. Interpreta el Teorema de Karush-Kuhn-Tucker como separación de convexos. 4. Aplica el Teorema de Karush-Kuhn-Tucker a problemas simples de economía. 5. Aplica los métodos de direcciones clásicas, de direcciones admisibles y de penalización de barrera. 	
Bibliografía de la unidad		[1], [5]	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
6	RA1, RA3	Programación dinámica	1 semana
Contenidos		Indicador de logro	
6.1 Fundamentos teóricos de la Programación Dinámica: optimalidad, noción de estado, ecuación funcional (principio de Bellman). 6.2 Aplicaciones: problema de la mochila, problema de producción, portafolio de inversiones, entre otros.		El/la estudiante: Aplica la Programación Dinámica y el Principio de Bellman a problemas simples.	
Bibliografía de la unidad		[2], [6]	

E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

El curso considera las siguientes estrategias de enseñanza-aprendizaje:

- Se realizarán clases presenciales lectivas focalizadas en los elementos conceptuales y ejercicios simples, los que se complementan con ejercicios de mayor dificultad en el trabajo personal.

--

F. Estrategias de evaluación:

El curso tiene distintas instancias de evaluación que consideran:

Tipo de evaluación
<ul style="list-style-type: none"> ● 3 controles ● Examen¹.

Al inicio de cada semestre, el cuerpo académico informará sobre la cantidad y tipo de evaluaciones, así como las ponderaciones correspondientes.

1 Según el artículo 35 del reglamento de estudios FCFM, el profesor tiene la facultad de realizar un examen oral a un estudiante. Esta instancia podrá darse, por ejemplo, cuando el alumno presente inasistencias reiteradas a los controles. De ser examinado en ambas formas (escrita y oral), recibirá calificaciones parciales separadas, las que se promediarán aritméticamente para dar la calificación del examen.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

- [1] Boyd, S.P., Vanderberghe, L., Convex Optimization, Cambridge University Press, 2004.
- [2] Chvatal, V., Linear Programming, Freeman & Co. (1983).
- [3] Goberna, M.A., Jornet, V., Puente, R. Optimización lineal: teoría, métodos y modelos. Mc Graw Hill, 2004.
- [4] Hillier, F., Lieberman, G., Introducción a la Investigación de Operaciones, Mcgraw Hill-Interamericana, 6 ed, 1997.
- [5] Luenberger, D., Ye, Y.Y, Linear and nonlinear programming, 4ta Ed., Springer, 2016.
- [6] Mokhtar S. Bazaraa, John J. Jarvis, Hanif D. Sherali. Linear Programming and Network Flows, 4ta Ed., 2010.
- [7] Mokhtar S. Bazaraa, Hanif D. Sherali, C. M. Shetty. Nonlinear Programming: Theory and Algorithms, 3ra Ed., Wiley, 2006.
- [8] Nocedal, J., Wright, S., Numerical optimization, 2da Ed., Springer, 2006.
- [9] Wagner, H., Principles of Operations Research, Prentice Hall, (1975).

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	2021
Elaborado por:	Grupo Optimización
Validado por:	Jefe Docente